2. Трунов Н. В., Шерстнев А. Н. *К общей теории интегрирования в алгебрах операторов относительно веса, I-II* // Изв. вузов. Матем. – 1978. – I: № 7. – С. 79–88; II: № 12. – С. 88–99.

3. Шерстнев А. Н. *Методы билинейных форм в некоммутативной теории интегрирования.* – М.: Физматлит, 2008. – 264 с.

А. Н. Нуриев, А. И. Юнусова, Е. Е. Мощева

Казанский (Приволжский) федеральный университет,

Казанский национальный исследовательский технологический университет,

artem501@list.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ТЕЧЕНИЙ ВОКРУГ ОСЦИЛЛИРУЮЩЕГО ЦИЛИНДРА

В данной работе проводится прямое численное моделирование обтекания осциллирующего круглого цилиндра вязкой несжимаемой жидкостью. Течение характеризуется двумя безразмерными параметрами: числом Рейнольдса Re и числом Стокса β, которые определяются следующим образом:

$$\mathrm{Re} = \frac{U_{max} D}{\nu}, \qquad \beta = \frac{D^2}{\nu T}$$

Здесь U_{max} – амплитуда скорости колебаний, T – период колебаний, D – диаметр цилиндра, ν – кинематическая вязкость жидкости.

В зоне малых чисел Re течение вокруг осциллирующего цилиндра сохраняет преобладающую двухмерную структуру: реализуется плоский симметричный периодический режим обтекания. Потеря устойчивости этого режима, происходящая с ростом числа Re, приводит к возникновению трехмерных течений. Граница перехода между этими режимами

$$\mathrm{Re}_h = 5.778\beta^{3/4}(1 + 0.205\beta^{-1/4} + ...), \tag{1}$$

находится в зоне, доступной для прямого численного моделирования. Это дает возможность изучить развитие трехмерной неустойчивости и ее влияния на силы сопротивления, действующие на осциллирующий цилиндр, в ходе численного эксперимента.

Рис. 1. $\beta = 196$, $\mathrm{Re} = 451$. Трехмерное течение. y-компонента завихренности. $\omega_y^{min} = -2.7$, $\omega_y^{max} = 2.7$

Исследование течения проводится на базе пакета OpenFOAM, для моделирования используются блочно-структурированные сетки, содержащие до $9 \cdot 10^6$ вычислительных ячеек. Характерная структура трехмерного течения представлена на рис. 1. Все результаты трехмерного моделирования хорошо согласуются с данными лабораторных экспериментов [1, 2].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-01-31230 (мол_а)).

ЛИТЕРАТУРА

1. Honji H. *Streaked flow around an oscillating circular cylinder* // J. Fluid Mech. – 1981. – V. 107. – P. 509–520.

2. Tatsuno M., Bearman P. W. *A visual study of the flow around an oscillating circular cylinder at low Keulegan-Carpenter numbers and low Stokes numbers* // J. Fluid Mech. – 1990. – V. 211. – P. 157–182.

К. Г. Овсепян

Казанский государственный энергетический университет, karen.hovsep@gmail.com

ИНВАРИАНТНЫЕ ИДЕАЛЫ C^*-АЛГЕБРЫ $\mathcal{T}_m$

В данной работе приводится полное описание инвариантных идеалов C^*-подалгебр алгебры Теплица, неподвижных относительно конечной группы автоморфизмов. Доказывается, что такие идеалы порождаются разностями проекторов.

Рассмотрим гильбертово пространство $l^2(\mathbb{Z}_+)$ с естественным ортонормированным базисом $\{e_k\}_{k\in\mathbb{Z}_+}$. Пусть T – оператор сдвига на $l^2(\mathbb{Z}_+)$, то есть на базисе он действует следующим образом: $Te_k = e_{k+1}$. Очевидно, что $T^*T = I$, где T^* – оператор, сопряженный к T. Следовательно, полугруппа, порожденная операторами T и T^*, образует инверсную бициклическую полугруппу. Каждый элемент этой полугруппы имеет вид T^nT^{*m}, $n,m \in \mathbb{Z}_+$. Такие элементы в дальнейшем будем называть мономами [1], а число $(n-m)$ – индексом монома T^nT^{*m} и обозначать $\mathrm{ind}(T^nT^{*m})$. Конечные линейные комбинации мономов образуют инволютивную подалгебру алгебры $B(l^2(\mathbb{Z}_+))$ всех линейных ограниченных операторов гильбертова пространства $l^2(\mathbb{Z}_+)$. Равномерное замыкание